

WO 2004/042710 A1

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

532,550

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年5月21日 (21.05.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/042710 A1(51)国際特許分類:
C03C 15/00, 19/00, 23/00 G11B 5/73, 5/84,

(21)国際出願番号: PCT/JP2003/013462

(22)国際出願日: 2003年10月22日 (22.10.2003)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:
特願 2002-308813 2002年10月23日 (23.10.2002) JP

特願 2002-379004 2002年12月27日 (27.12.2002) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 日本板硝子株式会社 (NIPPON SHEET GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒541-8559 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目7番28号 Osaka (JP).

(72)発明者; および

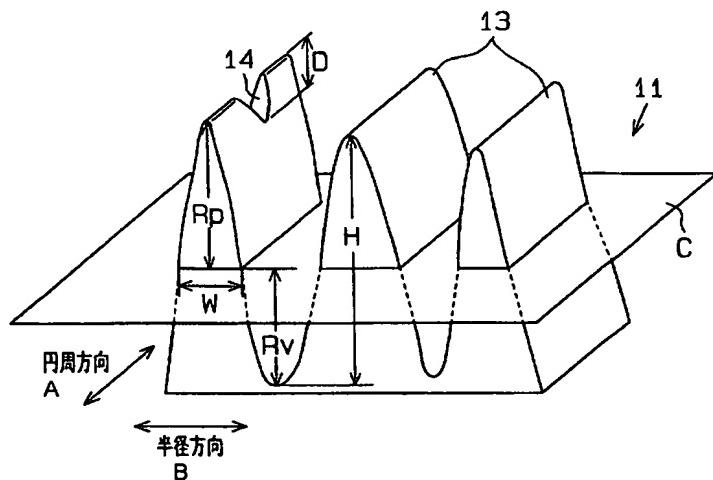
(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 石井 章聖 (ISHII,Norimasa) [JP/JP]; 〒541-8559 大阪府 大阪市

中央区北浜四丁目7番28号 日本板硝子株式会社
内 Osaka (JP). 三谷 一石 (MITANI,Kazuishi) [JP/JP];
〒541-8559 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目7番
28号 日本板硝子株式会社 内 Osaka (JP). 斎藤 靖
弘 (SAITO,Yasuhiro) [JP/JP]; 〒541-8559 大阪府 大阪
市 中央区北浜四丁目7番28号 日本板硝子株式会社
内 Osaka (JP). 奥畑 浩治 (OKUHATA,Koji) [JP/JP];
〒541-8559 大阪府 大阪市 中央区北浜四丁目7番
28号 日本板硝子株式会社 内 Osaka (JP).(74)代理人: 恩田 博宣 (ONDA,Hironori); 〒500-8731 岐阜
県 岐阜市 大宮町2丁目12番地の1 Gifu (JP).(81)指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR,
HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84)指定国(広域): ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

[続葉有]

(54)Title: MAGNETIC RECORDING MEDIUM GLASS SUBSTRATE AND METHOD OF PRODUCING THE SAME

(54)発明の名称: 磁気記録媒体用ガラス基板及びその製造方法

A...CIRCUMFERENTIAL DIRECTION
B...RADIAL DIRECTION

(57)Abstract: A magnetic recording medium glass substrate is formed in disk shape and has on its surface a ridge-like texture (13) extending while describing a concentric circle. The width (W) of the texture (13) of low frequency component obtained by measuring a 10 μ m square range by an inter atomic force microscope is 10 - 20 nm, the height (H) of the texture (13) is 2 - 10 nm, and the ratio (R_p / RMS) of the maximum hill height R_p to the root-mean-square roughness (RMS) of the texture (13) is not more than 15. The low frequency component of the texture has a high frequency component superposedly formed thereon, it being preferable that the width (W') of the texture of such high frequency component be 0.1 - 20 nm, and that its height (H') be 0.1 - 1 nm.

[続葉有]



GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

磁気記録媒体用のガラス基板は、円盤状に形成され、表面には同心円を描いて延びる尾根状のテクスチャー 1 3 が形成されている。原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られる低周波成分のテクスチャー 1 3 の幅Wは $10 \sim 200 \text{ nm}$ 、テクスチャー 1 3 の高さHは $2 \sim 10 \text{ nm}$ 、テクスチャー 1 3 の自乗平均粗さ RMSに対する最大山高さ R p の比 (R_p / RMS) は 1.5 以下である。テクスチャーの低周波成分には高周波成分が重畠的に形成され、その高周波成分のテクスチャーの幅W'は $0.1 \sim 20 \text{ nm}$ で、高さH'は $0.1 \sim 1 \text{ nm}$ であることが好ましい。

明細書

磁気記録媒体用ガラス基板及びその製造方法

技術分野

本発明は、例えばコンピュータのハードディスク等として用いられる磁気ディスク、光磁気ディスク等の磁気記録媒体用ガラス基板及びその製造方法に関するものである。さらに詳しくは、ガラス基板表面の磁気データを読み取る磁気ヘッドの一層の低浮上量化を図るとともに、浮上安定性を向上させることができる磁気記録媒体用ガラス基板及びその製造方法に関するものである。

背景技術

従来、この種の磁気記録媒体用ガラス基板としては、例えば、特開2002-32909号公報に記載されたものが知られている。この公報に記載のガラス基板は、その主表面に同心円状の凹凸が形成されたものであって、それらの凹凸の高さが、基板上に少なくとも磁性膜を形成したときに、円周方向における異方性を持たない大きさのものである。言い換えれば、円周方向の保磁力をHc1、半径方向の保磁力をHc2としたときの保磁力の比(Hc1/Hc2)で表される磁気異方性値が0.90～1.10の範囲に設定されているものである。

ところが、保磁力の比が0.90～1.10という磁気異方性の小さいテクスチャーを有するガラス基板においては、ガラス基板上の情報を読み取る磁気ヘッドの浮上安定性を図ることができておらず、低浮上特性がいまだ充分ではないという問題があった。低浮上特性としては、限界浮上特性(TDHなど)以外に、連続シークテストや定点浮上テストで評価されるような、磁気ヘッドの耐久性や浮上安定性に係わる特性も重要であり、これらの特性を満たして、はじめて良好な低浮上特性が得られる。TDHとは、Touch Down Heightの略であり、ヘッドの浮上量を順に下げて、磁気ディスクと接触し始めるときのヘッドの浮上量である。

本発明は、上記のような従来技術に存在する問題点に着目してなされたものである。その目的とするところは、磁気ヘッドの一層の低浮上量化を図るとともに、浮上安定性を向上させることができる磁気記録媒体用ガラス基板及びその製造方法を提供することにある。

発明の開示

上記の目的を達成するために、本発明によれば、円盤状に形成され、かつ、主表面に同心円を描いて延びる尾根状のテクスチャーが形成された磁気記録媒体用ガラス基板が提供される。そのガラス基板は、原子間力顕微鏡で $10\text{ }\mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの基準面における幅 W が $10\sim200\text{ nm}$ 、テクスチャーの高さ H が $2\sim10\text{ nm}$ であり、テクスチャーの自乗平均粗さ RMS に対する最大山高さ R_p の比 (R_p/RMS) が 1.5 以下であることを特徴とする。このガラス基板によれば、磁気ヘッドの一層の低浮上量化を図ることができ、浮上安定性を向上させることができる。

前記テクスチャーの基準面における幅 W は、 $10\sim20\text{ nm}$ であることが望ましい。更に、前記テクスチャーの基準面における幅 W が $10\sim20\text{ nm}$ であることに加え、テクスチャーの高さ H が $2\sim5\text{ nm}$ 及びテクスチャーの自乗平均粗さ RMS に対する最大山高さ R_p の比 (R_p/RMS) が 3 以下であることが望ましい。この場合、磁気ヘッドのより一層の低浮上量化、浮上安定性を向上を図ることができる。

原子間力顕微鏡で $10\text{ }\mu\text{m}$ 四方の測定範囲において主表面と平行な面に沿ってテクスチャーを切断したとき、その切断面の面積の測定範囲の全面積に対する割合をベアリングレシオ (BR) と定義し、そのベアリングレシオ (BR) が 50% のときのテクスチャーの高さを基準高さと定義し、複数のベアリングレシオ (BR) における基準高さからのテクスチャーの高さをベアリングハイト (BH) と

定義した場合、ペアリングレシオ（BR）が0.01%のときのペアリングハイト（BH）と、ペアリングレシオ（BR）が0.4%のときのペアリングハイト（BH）との差が0.01~1.0nmで表されるテクスチャーを有することが望ましい。この場合、異常に突出した突起を少なくすることができ、磁気ヘッドの磨耗を減少させて浮上安定性を高めることができる。

ペアリングレシオ（BR）が0.4%のときのペアリングハイト（BH）と、ペアリングレシオ（BR）が1.0%のときのペアリングハイト（BH）との差が0.15~0.20nmで表されるテクスチャーを有することが望ましい。この場合も、上記の場合と、同様の効果が得られる。

ペアリングレシオ（BR）が0.01%のときのペアリングハイト（BH）と、ペアリングレシオ（BR）が0.4%のときのペアリングハイト（BH）との差が0.2~0.7nmで、かつペアリングレシオ（BR）が0.4%のときのペアリングハイト（BH）と、ペアリングレシオ（BR）が1.0%のときのペアリングハイト（BH）との差が0.17~0.20nmで表されるテクスチャーを有することが望ましい。この場合も、上記の場合と、同様の効果が得られる。

ペアリングレシオ（BR）が0.4%のときのペアリングハイト（BH）と、ペアリングレシオ（BR）が1.0%のときのペアリングハイト（BH）との差は、ペアリングレシオ（BR）が1.0%のときのペアリングハイト（BH）とペアリングレシオ（BR）が15%のときのペアリングハイト（BH）との差よりも小さくなるように形成されたテクスチャーを有することが望ましい。この場合も、上記の場合と、同様の効果が得られる。

原子間力顕微鏡で10μm四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの凹部の平均深さDが2nm以下で、テクスチャーの凹部の平均深さDに対する高さHの

比H/Dが10以上であることが望ましい。

前記テクスチャーは、原子間力顕微鏡で10μm四方の範囲を測定して得られる低周波成分と、その上に重畠的に形成され、かつ、原子間力顕微鏡で1μm四方又は0.1μm四方の範囲を測定して得られ、前記低周波成分より細かな高周波成分とから構成され、高周波成分のテクスチャーの幅W'が0.1~20nmで、高周波成分のテクスチャーの高さH'が0.1~1nmであることが望ましい。この場合、磁気異方性を向上させて、テクスチャーにおける磁気記録密度を高めることができる。

前記高周波成分のテクスチャーの幅W'が1~5nmで、高周波成分のテクスチャーの高さH'が0.3~0.8nmであることが望ましい。

原子間力顕微鏡で10μm四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの最大谷深さRvが10nm以下であることが望ましい。この場合、局部的な磁気異方性の低下を防止することができる。

半径方向の保磁力Hc2に対する円周方向の保磁力Hc1の比(Hc1/Hc2)が1.1を越え1.3以下であることが望ましい。

前記テクスチャーの自乗平均粗さRMSに対する最大山高さRpの比(Rp/RMS)は、5以下であることが望ましい。

本発明の別の実施態様によれば、磁気記録媒体用ガラス基板の製造方法が提供される。その製造方法は、シート状のガラス材料を円盤状に加工する円盤加工工程と、円盤状のガラス基板の主表面を研磨材にて研磨する研磨工程と、ガラス基板の主表面に残る研磨材を洗浄する洗浄工程と、洗浄されたガラス基板の主表面

にテクスチャーを形成するテクスチャー加工工程とを備え、洗浄されたガラス基板の主表面の算術平均粗さ R_a は、原子間力顕微鏡で $1.0 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定したとき、 $0.35 \sim 1.0 \text{ nm}$ の値を示すことを特徴としている。この方法によれば、均一な形状のテクスチャーを備えたガラス基板を容易に製造することができる。

前記テクスチャー加工工程の前にガラス基板を化学的に強化する化学強化工程を備えることが望ましい。

図面の簡単な説明

図 1 は一実施形態におけるテクスチャーの低周波成分を示す概略図。

図 2 はテクスチャーの高周波成分を示す概略図。

図 3 はガラス基板の主表面にテクスチャーを形成する装置の斜視図。

図 4 はテクスチャー形成後のガラス基板の主表面を示す平面図。

図 5 は磁気記録媒体用ガラス基板の製造工程を示す工程図。

図 6 は定点浮上テストのための装置を示す概略平面図。

図 7 は雰囲気圧力と磁気ヘッドが受ける接線力との関係を示すグラフ。

図 8 は原子間力顕微鏡の測定範囲内における低周波成分のテクスチャーを示す概略図。

図 9 はペアリングレシオに対するペアリングハイトを示す概略図。

図 10 はペアリングレシオとペアリングハイトとの関係を示すグラフ。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図 3 及び図 4 に示すように、本実施形態におけるガラス基板 11 は円盤状に形成され、かつ、中心に円形孔 12 を有し、磁気ディスク等の磁気記録媒体として使用される。ガラス基板 11 の主表面 15 に、コバルト (Co) 、クロム (C)

r)、鉄(Fe)等の金属又は合金よりなる磁性膜、保護膜、さらに潤滑膜等を形成することにより、磁気記録媒体が形成される。ここで主表面15とは、情報が記録されるガラス基板の表面のことという。

図4に示すように、このガラス基板11上には、同心円を描いて延びる複数のテクスチャー13が形成されている。図1に示すように、テクスチャー13は尾根状(山型状)に形成され、その基準面Cを基準として、その幅W及び高さHが定義されている。

基準面Cとは、ガラス基板11の主表面15と平行な面におけるテクスチャー13の面積の総和が、原子間力顕微鏡(略称AFM)による測定範囲の全面積に対して、50%に相当する等高面(ペアリングレシオ50)である。テクスチャー13に関する情報は、原子間力顕微鏡で10μm(マイクロメートル)四方の範囲を測定して得られるもので、テクスチャー13の基準面Cにおける幅Wが10～200nm(ナノメートル)、テクスチャー13の高さHが2～10nmである。

ここで、テクスチャー13の幅Wは、AFMの測定範囲における長さをテクスチャーの線密度で除した値によって表わされる。テクスチャー13の線密度、すなわちラインデンシティ(Ld)は、テクスチャー13の外形線が基準面Cを横切る回数によって示される。

図8に示すように、テクスチャー13を横切る断面において、AFMの測定範囲内に存在するテクスチャー13の本数がnである場合、テクスチャー13のそれぞれについて、テクスチャー13の山頂から谷底までの高さをHiで示したとき、テクスチャー13の高さHは、次式で表される。

$$H = \sum H_i / n, \text{ 但し, } i = 1 \sim n$$

テクスチャーの本数nと線密度L dとの関係は、 $n = L d / 2$ で表される。

さらに、本実施形態のテクスチャー13は、テクスチャー13の自乗平均粗さRMSに対する最大山高さRpの比(R_p / RMS)が15以下のものである。最大山高さRpは、図1に示すように前記基準面Cから最も高いテクスチャー13の山頂までの高さをいう。また、自乗平均粗さRMSは、JIS B 0601に規定されているパラメータである。このようなテクスチャー13は、低周波成分であり、テクスチャー13の基本形を形成している。

テクスチャー13の幅Wはテクスチャー13の密度に関係する。テクスチャー13の幅が変化すれば、ガラス基板の表面に記録された情報(磁気データ)を読み取るための磁気ヘッドに、磨耗やスティッキングが起こり、磁気ヘッドのクラッシュに到ることもある。従って、テクスチャー13の幅は重要な要素である。

テクスチャー13の幅Wが小さくなることは、テクスチャー13の密度が高くなることを意味し、テクスチャー13の幅Wが10nmより小さい場合には磁気ヘッドの磨耗が大きくなり、磁気ヘッドのクラッシュが起こり易くなるため不適当である。一方、テクスチャー13の幅Wが200nmより大きい場合には、磁気ヘッドのスティッキングが起こりやすくなり、磁気ヘッドのクラッシュが起こって不適当である。従って、テクスチャー13の幅Wは10~20nmであることが好ましい。テクスチャー13の幅Wがこの範囲内にあると、磁気ヘッドのスティッキングが起こり難くなり、72時間にわたる定点浮上テストにおいても磁気ヘッドのクラッシュが起こらず、好ましい。

次に、テクスチャー13の高さHは、ガラス基板の最表面に設けられている潤滑膜の保持力及び磁気ヘッドの浮上(グライド)高さに関係し、磁気ヘッドによる読み取り精度と磁気ヘッドのクラッシュに関わることから重要な要素である。

テクスチャー13の高さHが2nmより小さいと、ガラス基板の最表面に設けられる潤滑膜を保持するための溝が少なくなって、保持力が低下し、磁気ヘッドのクラッシュが起こるようになる。磁気ヘッドの浮上高さはテクスチャー13の高さHと、テクスチャーの頂上から磁気ヘッドまでの高さとの和で表される。従って、テクスチャー13の高さHが10nmより大きいと、基準面Cから上に突出するテクスチャー13の高さは、10nmのほぼ半分(5nm)になり、磁気ヘッドの浮上高さを5nmより低くできなくなる。テクスチャー13の高さHが2~5nmであれば、磁気記録媒体の記録密度を30Gbit/in²にするという要望に充分対応できるので、好ましい。

また、テクスチャー13の自乗平均粗さRMSに対する最大山高さRpの比(Rp/RMS)は、磁気ヘッドの浮上高さ及び浮上安定性に関係するものであり、重要な要素である。この比(Rp/RMS)が15より大きい場合、テクスチャー13には突出量の大きな突起が相対的に多くなり、磁気ヘッドの磨耗が大きくなり、良好な浮上特性が得られず、例えば2000時間の連続シークテストや24時間にわたる定点浮上テストで、磁気ヘッドのクラッシュに到る。

一方、この比が5以下であれば、磁気ヘッドの磨耗が小さくなり、例えば200時間の連続シークテストや72時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起らず、より好ましい。

さらに、この比が3以下で、前記テクスチャー13の幅Wが10~20nm、高さHが2~5nmである場合には、例えば96時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起らず、さらに好ましい。

図1に示すように、テクスチャー13の尾根はガラス基板の円周方向に沿って延び、かつ、一様な高さで連なるのが理想であるが、実際には尾根上にうねりが

形成され、凹部 14 が存在する。この凹部 14 の平均深さ D は磁気ヘッドの磨耗と磁気ヘッドのクラッシュに関係することから、2 nm 以下であることが望ましい。平均深さ D が 2 nm より大きいと、磁気ヘッドの磨耗が大きくなり、例えば 48 時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起こる。一方、平均深さ D が 2 nm 以下であれば、48 時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起こることはないので、好ましい。

この平均深さ D に関連し、平均深さ D に対するテクスチャー 13 の高さ H の比 (H/D) は、テクスチャー 13 の高さ方向における形状を表す。この比の大きさから磁気ヘッドのクラッシュを予測できる。この比 (H/D) は 10 以上であることが望ましい。この比 (H/D) が 10 より小さいと、テクスチャー 13 には崩れた尾根を形成する突起が相対的に多くなり、例えば 48 時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起こる。一方、比 (H/D) が 10 以上になると、48 時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起こらないため、好ましい。

この比 (H/D) の上限は、およそ 100 である。AFM の測定精度の下限が 0.1 nm 程度ということを考慮すると、高さ H が 10 nm、平均深さ D が 0.1 nm のとき、比 (H/D) は 100 となる。

次に、ペアリングレシオ及びペアリングハイトについて説明する。図 9 は図 1 と同様にテクスチャー 13 の概略を示す。図 9 に示すように、ペアリングレシオ (BR) は、原子間力顕微鏡で 10 μm 四方の測定範囲においてガラス基板 11 の主表面 15 と平行な基準面 C に沿って尾根状のテクスチャー 13 を切断したとき、測定範囲の全面積に対するテクスチャー 13 の切断面の面積の割合を表す。

ペアリングハイト (BH) は、ペアリングレシオ BR が 50 % のときのテクス

チャー13の高さを基準高さとしたとき、その基準高さからのテクスチャー13の高さを、任意のBR毎に表わしたものである。図9では、BRが0.01%のときのBHをBH(0.01)と表し、BRが0.4%のときのBHをBH(0.4)と表す。また、テクスチャー13のBRが小さい部分には、突出量の相対的に大きな突起、すなわち、ぱり30が多数形成されている。BH(0.01)とBH(0.4)との差は、ぱり30の有無及びテクスチャー13の先端形状のばらつきを反映している。また、BH(0.4)とBH(1.0)との差は、テクスチャー13の形状そのものを反映している。

図10はBR(%)とBHとの関係を表すグラフである。実線35で示される関係は、テクスチャー13の状態が良好な場合を示すものである。すなわち、テクスチャー13は山型状に形成されているため、頂部に近づくほどBRが小さくなり、かつ、テクスチャー13の高さは高くなつて、BHが大きくなる。谷底に近づくほど、BRが大きくなり、かつ、テクスチャー13の高さは低くなつて、BHが小さくなる。従つて、異なる複数のBRに関するBHの差を求めるにより、テクスチャー13の高さの分布を知ることができる。特に、BRの小さい2つの部分間におけるBHの差は、ぱり30の状態を表すことになる。図10に一点鎖線36で示す関係は、突出した大きな尾根を含むテクスチャー13の状態を示し、二点鎖線37で示す関係は、ぱり30を有するテクスチャー13の状態を示している。

具体的には、BRが0.01%のときのBHと、BRが0.4%のときのBHとの差が0.01~1.0nmであることが好ましい。この差が1.0nmより大きい場合、テクスチャー13には突出量の大きな突起が相対的に多くなり、磁気ヘッドの磨耗が大きくなつて良好な浮上特性が得られにくい。例えば、200時間の連続シークテストや24時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュに至る場合がある。一方、この差が0.01nmより小さい場合、両者

の値の差は実質上、測定誤差の範囲内の値となる。

さらに、テクスチャー13の形状については、BRが0.4%のときのBHとBR1.0%のときのBHとの差が0.15~0.20nmであることが好ましい。BHの差をこのような範囲に設定することによって、磁気ヘッドのガラス基板に対するスティッキングが起こり難くなり、しかも、ガラス基板の最表面に設けられる潤滑膜の保持力が高まり、磁気ヘッドの良好な浮上特性が得られるからである。この場合、例えば2000時間の連続シークテストや48時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起らず、好ましい。しかも、BHの差が上記の範囲を満たしておれば、テクスチャー13の強度が高く、良好な浮上特性が得られ、48時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュには至らない。

加えて、BRが0.01%のときのBHと、BRが0.4%のときのBHとの差が0.2~0.7nmで、かつBRが0.4%のときのBHと、BRが1.0%のときのBHとの差が0.17~0.20nmあることが好ましい。BRが0.01%のときのBHとBRが0.4%のときのBHとの差が0.2~0.7nmであれば、テクスチャー13には突出量の大きな突起が相対的に少なくなり、磁気ヘッドの磨耗が更に少なくなって、好ましい。その上、BRが0.4%のときのBHとBR1.0%のときのBHとの差が0.17~0.20nmであると、更に良好な浮上特性が得られて、好ましい。つまり、磁気ヘッドのガラス基板に対するスティッキングがより起こり難くなり、ガラス基板の最表面に設けられる潤滑膜の保持力がより高まるからである。この場合、例えば、2000時間の連続シークテストや96時間にわたる定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュは起らない。

また、BRが0.4%のときのBHと、BRが1.0%のときのBHとの差は、

B Rが1. 0 %のときのB HとB Rが1 5 %のときのB Hとの差よりも、小さくなるように設定することが望ましい。この場合、得られるテクスチャー1 3は、形状の揃ったものとなる。

次に、テクスチャー1 3は、図2に示すように、前述の低周波成分と、その上に重畠的に形成され、原子間力顕微鏡で1 μm四方又は0. 1 μm四方の範囲を測定して得られる、前記低周波成分より細かな高周波成分とから構成されていることが認められる。高周波成分のテクスチャー1 3 aの幅W'は、隣接する2つのテクスチャー1 3 aの底部の間の間隔を意味する。この高周波成分のテクスチャー1 3 aの幅W'は0. 1~2 0 nmで、高周波成分のテクスチャー1 3 aの高さH'は0. 1~1 nmであることが好ましい。テクスチャー1 3 aの幅W'及び高さH'をこれらの範囲に設定することにより、ガラス基板1 1の表面に設けられる磁性膜の結晶の磁気異方性が高まり、前述した保磁力の比(Hc1/Hc2)で表される磁気異方性値が1. 1以上になる。この場合、低周波成分のテクスチャー1 3の尾根の斜面における磁気記録密度を高めることができ、特に垂直磁気記録方式の磁気記録媒体に有効である。

高周波成分のテクスチャー1 3 aの幅W'が0. 1 nm未満又は2 0 nmを越えると、磁気異方性値が1. 1未満に低下し、磁気異方性が充分に発現されず、好ましくない。高周波成分のテクスチャー1 3 aの高さH'が0. 1 nm未満又は1 nmを越えると、磁気異方性値が1. 1未満に低下し、磁気異方性が充分に発現されず、好ましくない。

高周波成分のテクスチャー1 3 aの幅W'が1~5 nmで、高周波成分のテクスチャー1 3 aの高さH'が0. 3~0. 8 nmであることがより好ましい。この場合には、磁気異方性値が1. 2以上となり、磁気異方性を充分に発現させることができる。その理由は、ガラス基板1 1がこのような高周波成分のテクスチャー

13aを有することにより、ガラス基板11上にスペッタリングによって形成される下地膜や磁性膜の結晶成長に好適な場が与えられ、結晶配向が促進されるためと考えられる。

また、原子間力顕微鏡で10μm四方の範囲を測定して得られるテクスチャー13の最大谷深さRvは、前記基準面Cから最も深い谷の谷底までの深さをいう。最大谷深さRvは、局部的な磁気異方性に関係し、Rvを小さくすることで局部的な磁気異方性の低下を防止することができ、ガラス基板11の表面全体として磁気異方性を発現できることから10nm以下であることが好ましい。最大谷深さRvが10nmより大きいと、その部分で測定した局所的な磁気異方性値が1.1より低くなり、充分な磁気異方性を發揮できなくなつて好ましくない。さらに、テクスチャー13を形成した後のガラス基板表面に磁性膜を設けるとき、深い溝の部分で結晶配向が乱れて磁気特性が低下し、磁気ヘッドが磁気データの信号を読み取り難くなるため望ましくない。

次に、上記のような磁気記録媒体用のガラス基板の製造方法について、図5に従つて説明する。図5に示すように、磁気ディスクとして用いられるガラス基板11は、円盤加工工程21、内外周面の面取り工程22、主表面の研磨工程23、研磨後の洗浄工程24、化学強化工程25、強化後の洗浄工程26、テクスチャー加工工程27、洗浄工程28及び最終洗浄・乾燥工程29を経て製造される。

ガラス基板11を形成するシート状のガラス材料としては、二酸化ケイ素(SiO₂)、酸化ナトリウム(Na₂O)及び酸化カルシウム(CaO)を主成分としたソーダライムガラス、SiO₂、酸化アルミニウム(Al₂O₃)及びR₂O(Rはカリウム(K)、ナトリウム(Na)、リチウム(Li))を主成分としたアルミノシリケートガラス、ボロシリケートガラス、酸化リチウム(Li₂O)-SiO₂系ガラス、Li₂O-Al₂O₃-SiO₂系ガラス、R' O-Al₂O₃-SiO₂

系ガラス [R'はマグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ストロンチウム (Sr) 又はバリウム (Ba)] 等のガラス材料に酸化ジルコニウム (ZrO_2) や酸化チタン (TiO_2) 等を添加した化学強化用ガラスであれば特に限定されない。そして、ガラス基板 11 は、例えば外径が 89 mm (3.5 インチ)、76 mm (3.0 インチ) 又は 64 mm (2.5 インチ) 等に形成されるとともに、その厚みは 0.63 mm 等に形成される。

円盤加工工程 21においては、フロート法などによって得られたシート状のガラス板を四角形状に切断し、さらに超硬合金又はダイヤモンド製のカッターを用いて円盤状に切断することにより、その中に円形孔 12 を有するガラス基板 11 が製造される。

次に、内外周面の面取り工程 22においては、ガラス基板 11 の外径及び内径が所定の大きさとなるように、ガラス基板 11 の内外周面が研削加工され、続いて、研磨スラリーにより内外周面が研磨されて面取り加工される。この加工工程では、ダイヤモンド砥粒等の砥粒が付着した砥石が使用される。

引き続き、ガラス基板 11 の主表面の研磨工程 23においては、内外周面の面取りが施されたガラス基板 11 に、ラップ研磨加工及び平滑研磨加工を施すことにより、ガラス基板 11 の主表面 15 が研磨加工される。ラップ研磨加工は、ガラス基板 11 の厚みを所定値にするとともに、反りやうねりを取り除いて主表面 15 の平坦性を向上させたり、凹凸やクラック等の大きな欠陥を取り除いて表面粗さを細くしたりするために行われる。このラップ研磨加工はガラスの成形時に生じる反りやうねりが許容される範囲であれば、コスト削減などの理由で省略することも可能である。

一次研磨及び二次研磨を含む平滑研磨加工は、ガラス基板を磁気記録媒体とし

て使用する場合に要求される平坦性や平滑性を確保するために行われる。この加工に用いる研磨材は特に限定されないが、ガラスに対して高い研磨力を有する酸化セリウム系の研磨材が好ましい。研磨材のサイズも特に限定されないが、平滑性と研磨速度を両立させるために、通常0.1～3μm程度のものが好ましい。研磨方法も特に限定されないが、人工皮革スエードパッドを上定盤及び下定盤に貼り付けた両面研磨機を用いることにより、低成本で両面を精密に研磨することができる。

研磨後の洗浄工程24は、主表面の研磨工程23の後に行われ、ガラス基板11の主表面15に残留する研磨粉を除去するために行われる。具体的には、アルカリ水溶液による洗浄、純水による洗浄及びその後にイソプロピルアルコール（IPA）などによる乾燥が行われる。この場合、アルカリ水溶液による洗浄の前に酸処理を施してもよい。

次に、化学強化工程25においては、磁気記録媒体の基板として要求される耐衝撃性、耐振動性、耐熱性等を向上させるために、主表面15に研磨加工が施されたガラス基板11に化学強化処理が施される。この化学強化処理とは、ガラス基板11中に含まれる一部のイオン、例えばリチウムイオンやナトリウムイオン等の一価の金属イオンを、それよりイオン半径が大きいナトリウムイオンやカリウムイオン等の一価の金属イオンにイオン交換することをいう。このようなイオン交換により、ガラス基板11の表面に圧縮応力層が形成され、ガラス基板11が化学強化される。

化学強化処理により形成される圧縮応力層（化学強化層）の厚みは、ガラス基板11の表面から好ましくは100～200μmの深さまでである。その厚みが100μm未満の場合には、ガラス基板11の化学強化が不充分となって、磁気記録媒体用の基板として要求される性能を発揮することができないときがある。一方、

厚みが 200 μm を越える場合には、化学強化処理液の温度を高くしたり、ガラス基板 11 を化学強化処理液に浸漬する時間を長くしたりする必要があるために、ガラス基板 11 の生産効率が低下しやすい。

化学強化処理が円滑に行われることにより、ガラス基板 11 全体の強度を確保することができる。ガラス基板 11 は、このようなイオン交換に基づいてその表面に圧縮応力層が形成されて強度が高められることにより、磁気記録媒体として使用されるときに、高速回転による破損を防止することができる。

化学強化工程 25 の後には、洗浄工程 26 が行われる。この洗浄工程 26 においては、化学強化されたガラス基板 11 を温水で洗浄することにより、ガラス基板 11 の表面に残存する化学強化塩などの異物が除去される。その結果、後述するテクスチャ一加工において、異物によるガラス基板 11 の主表面 15 の傷の発生を防止することができる。

強化後の洗浄工程 26 の後には、テクスチャ一加工工程 27 が行われ、図 4 に示すように、ガラス基板 11 の主表面 15 に円周方向に沿って延びるテクスチャ一 13 が形成される。テクスチャ一加工前にガラス基板 11 の主表面 15 の清浄性を良好にするために、酸処理やアルカリ処理などを施してもよい。テクスチャ一加工に供されるガラス基板 11 の主表面 15 において、原子間力顯微鏡で 10 μm 四方の範囲を測定して得られる算術平均粗さ Ra は、0.1 ~ 1.5 nm が好ましく、0.1 ~ 1.0 nm がさらに好ましく、0.1 ~ 0.6 nm が特に好ましい。算術平均粗さ Ra は、JIS B 0601 に規定されているパラメータである。この算術平均粗さ Ra が 0.1 nm 未満又は 1.5 nm を越えると、磁気記録媒体用として好適とされる微細なテクスチャ一 13 が形成されにくくなる。

ところで、ダイヤモンドスラリーでテクスチャ一 13 を形成する際に、形状が

削った均一なテクスチャー 13 を形成するためには、ガラス基板 11 の主表面 15 に浅い筋状の溝が同じ深さで主表面 15 の全面に均一に形成されていることが好ましい。そのためには、テクスチャー加工の開始直後から、ダイヤモンドスラリーが主表面 15 上をスリップすることなく、効果的に主表面 15 に食い込むことが求められる。そのような要求を満たすために、テクスチャー加工前のガラス基板 11 の主表面 15 の算術平均粗さ R_a が 0.35 ~ 1.0 nm であると、前記浅い筋状の溝がほぼ同じ深さで、主表面 15 の全面に均一に形成されるため、好ましい。 R_a が 0.35 nm 未満の場合、ダイヤモンドスラリーのスリップ現象が起こった部分とそうでない部分とで研削量の差が生じやすく、テクスチャーの形状がばらつく原因となりやすい。一方、 R_a が 1.0 nm を越える場合、深い溝が形成されやすくなったり、主表面 15 のテクスチャー加工前の履歴が残つたりして好ましくない。

このようにテクスチャー加工前の主表面 15 の算術平均粗さ R_a を 0.35 ~ 1.0 nm にすれば、主表面 15 の精密な研磨を必要とせず、しかもテクスチャー加工を短時間のうちに行なうことができて、磁気記録媒体用ガラス基板を容易に製造することができる。

テクスチャー加工は、ガラス基板 11 の主表面 15 にダイヤモンドスラリーを滴下しながらテープ部材をガラス基板 11 の主表面 15 に摺接することにより行われる。テクスチャー加工を行う装置は特に限定されず、いわゆるテクスチャーマシンが使用される。その構造の概略を図 3 に従って説明する。円盤状をなすガラス基板 11 の直上には、ガラス基板 11 の半径方向に沿って延びるローラ 16 が回動自在に支持されている。このローラ 16 の長さはガラス基板 11 の半径にほぼ等しくなるように設定されている。

テクスチャー形成用のテープ部材 17 は、図 3 の矢印に示すようにローラ 16

の一側方からガラス基板11とローラ16との間を通り、ローラ16の他側方へ抜けるように構成されている。このテープ部材17はガラス基板11とローラ16との間を通るときに、ローラ16の圧力によりガラス基板11の主表面15に押圧されて摺接される。テープ部材17としては、織布、不織布、植毛品などをテープ状に形成したものが用いられる。

そして、ガラス基板11が図3の矢印方向に回転され、その上方から研磨用スラリーとしてのダイヤモンドスラリー18が滴下されるとともに、テープ部材17が図3の矢印方向に移動される。このような動作によって、ガラス基板11の主表面15に同心円を描いて延びる尾根状のテクスチャー13が形成される。

前記テープ部材17の材質は特に制限されず、ポリエステルやナイロンなどから構成される纖維の織布、不織布など、この種のテクスチャー13を形成するために使用されるものであればいかなるものも用いることができる。

また、ダイヤモンドスラリー18に含まれるダイヤモンド砥粒の粒子径、形状は特に制限されず、要求されるテクスチャー13の線密度等に応じて適宜選定することができる。さらに、研削力を高めるためにダイヤモンドのほかに、酸化セリウムや酸化マンガンなどの砥粒を添加したり、アルカリ剤を添加したりしてもよい。

ダイヤモンド砥粒の粒径は、平均粒径 (D_{50}) として0.05~0.5μmであることが好ましい。平均粒径が0.05μm未満の場合、テクスチャー13を形成する能力が低下し、テクスチャー13の形成速度が遅くなってテクスチャー加工コストの増大を招いて好ましくない。一方、0.5μmを越える場合、ガラス基板11の半径方向に小さな尾根を単位長さ当たり多数形成することができず、テクスチャー13の線密度を充分に大きくすることができない。

ダイヤモンド砥粒を分散させてスラリーとするための溶媒も特に制限されず、またダイヤモンド砥粒の分散性を向上させるために界面活性剤を添加してもよい。

テクスチャー13の具体的な形成条件は、目的とするテクスチャー13の形状、密度、長さに応じて例えば以下のように設定される。

ダイヤモンド砥粒の平均粒径：0.1～0.5（μm）、ガラス基板11の回転速度：200～300（r p m）、ローラ16の押圧力：30～40（N）、テーブル部材17の材質：織布又は不織布。

このテクスチャー加工工程27では、ダイヤモンドスラリー18でガラス基板11の主表面15を物理的に一方向に削ることで尾根と溝を形成する。このとき、ダイヤモンドスラリー18で削られるガラス基板11の主表面15は、弾性や粘性が小さく剛性が大きいため、微視的なクラックや欠けが発生する。このようなクラックや欠けを発生させながら、ガラス基板11の主表面15をダイヤモンドスラリー18で削ることでテクスチャー13を形成すると、テクスチャー13の尾根から更に突出したぱり30が形成されることもある。

また、ダイヤモンドスラリー18でテクスチャー13を形成する工程を更に詳細に調べると、ダイヤモンドスラリー18によって主表面15に浅い溝をつける工程と、その溝を深く削る工程とで成り立っている。例えば、テクスチャー加工工程27の初期段階で短時間で加工を止めて主表面15を観察すると、浅い筋状の溝が形成されている。その浅い筋状の溝はダイヤモンドスラリー18がガラスを削りながら移動する際のガイドの役割をするとともに、ダイヤモンドスラリー18を食い込み易くする作用を持つと考えられる。

次に、テクスチャー加工工程27の後に行われる洗浄工程28においては、例

えばポリウレタン製のスクラップ部材を用い、水にて洗浄することにより行われる。この場合、pH 8～12 のアルカリ性水溶液を使用したり、超音波を照射したりしてもよい。この洗浄工程 28においては、テクスチャー加工工程 27でガラス基板 11 の表面に残留するダイヤモンドスラリー 18などの異物やばり 30が除去される。

前記スクラップ部材を用いる洗浄方法は特に限定されないが、例えばロールブラシ洗浄、テープ洗浄のように円周方向に沿って擦るスクラップ洗浄や、カップブラシを用いて円周方向に交差する方向に沿って擦るスクラップ洗浄を挙げができる。これらの洗浄方法の内、カップブラシを用いたスクラップ洗浄は、テクスチャー 13 のばりを効果的除去できるのでより好ましい。この洗浄工程 28においては、テクスチャー加工工程 27で主表面 15 に残留するダイヤモンドスラリー 18などの異物やテクスチャー 13 のばり 30が除去される。

テクスチャー加工工程 27と洗浄工程 28との間に、ダイヤモンドスラリー 18 を粗落としするための洗浄工程、例えば中性の水溶液及び pH 8～12 のアルカリ性の水溶液の少なくとも一方を用いた、超音波洗浄、テープ洗浄又はスクラップ洗浄を行なうことが好ましい。その理由は、硬いポリウレタン製のスクラップ部材を用いる場合、残留するダイヤモンド粒子によりテクスチャー 13 の形状が変化することを抑制できるからである。

前記洗浄工程 28の後には、最終洗浄・乾燥工程 29が行われる。この工程では、アルカリ性水溶液による洗浄、純水による洗浄の後、イソプロピルアルコール (IPA) などの溶剤による乾燥処理が行われる。

さて、本実施形態の磁気記録媒体用のガラス基板 11 は、前記の各製造工程を経て製造される。得られたガラス基板 11 表面には、低周波成分のテクスチャー

13が形成され、そのテクスチャー13の幅W、高さH及びテクスチャー13の自乗平均粗さRMSに対する最大山高さRpの比(R_p/RMS)が所定範囲に設定される。すなわち、磁気ヘッドの低浮上量化と浮上安定性のために、テクスチャー13の形状、密度、異常突起などが最適化される。

従って、磁気ヘッドはガラス基板11の回転動作時にガラス基板11の表面に対して近接した状態で浮上でき、しかも安定して飛行することができる。

以上詳述した本実施形態によれば、次のような効果が発揮される。

本実施形態の磁気記録媒体用のガラス基板11によれば、低周波成分のテクスチャー13の幅Wが10～200nm、テクスチャー13の高さHが2～10nm、テクスチャー13の自乗平均粗さRMSに対する最大山高さRpの比(R_p/RMS)が1.5以下である。このため、テクスチャー13の形状及び密度が適切で、異常な突起の形成が抑制され、磁気ヘッドの一層の低浮上量化を図ることができるとともに、浮上安定性を向上させることができる。

また、テクスチャー13の幅Wは10～20nmに設定される。さらに、テクスチャー13の凹部14の平均深さDが2nm以下で、平均深さDに対するテクスチャー13の高さHの比H/Dが1.0以上に設定される。このため、磁気ヘッドの低浮上量化と浮上安定性をより一層向上させることができる。

低周波成分のテクスチャー13上には高周波成分のテクスチャー13aが重畠的に形成され、高周波成分のテクスチャー13aの幅W'が0.1～20nmで、高周波成分のテクスチャー13aの高さH'が0.1～1nmに設定される。このため、低周波成分のテクスチャー13の形状に加え、高周波成分のテクスチャー13aの形状が適正化され、磁気異方性を向上させることができて、テクスチャー13における磁気記録密度を高めることができる。

テクスチャーレジストの最大谷深さ R_v が 10 nm 以下に設定される。このため、テクスチャーレジストの深い谷部での局部的な磁気異方性の低下を防止することができる。

テクスチャーレジスト加工前のガラス基板 11 の主表面 15 の算術平均粗さ R_a が $0.35 \sim 1.0 \text{ nm}$ である場合、主表面 15 の全面に浅い筋状の溝がほぼ同じ深さで均一に形成され、形状が揃った均一なテクスチャーレジストを形成することができる。

実施例

以下、前記実施形態を具体化した実施例について説明する。

(実施例 1)

フロート法によりアルミニノシリケートガラス (SiO_2 63モル%、 Al_2O_3 16モル%、 Na_2O 11モル%、 Li_2O 4モル%、 MgO 2モル%、 CaO 4モル%) よりなるシート状のガラス基板 11 を得た。このガラス基板 11 を、円盤加工工程 21において、ダイヤモンド製のカッターを用い、厚み 1.0 mm 、外径 65 mm 、内径 20 mm の円盤状に加工した。

続いて、内外周面の面取り工程 22において、ガラス基板 11 に内外周面の面取りを施した。主表面研磨工程 23 では、ガラス基板 11 の主表面 15 にラップ研磨加工及び平滑研磨加工を施した。平滑研磨は、酸化セリウムを含有する研磨剤及びアスカーキー C 硬度が 70 の研磨パッドを用い、ガラス基板 11 の両面を研磨することによって行った。

次いで、研磨後洗浄工程 24において、ポリビニルアルコールを用いたスポンジ洗浄及び強アルカリ性の水溶液を用いた超音波洗浄によってガラス基板 11 の

表面に付着した研磨粉を除去した後、純水でリーンスした。続いて、ガラス基板 11 をイソプロピルアルコール蒸気中で 1 分間乾燥させた。

次に、化学強化工程 25 では、350～400°C に加熱した硝酸カリウムと硝酸ナトリウムとの混合溶融塩中にガラス基板 11 を 90 分間浸漬することによって、ガラス基板 11 中のリチウムイオンやナトリウムイオンをそれらよりイオン半径の大きいカリウムイオンに置換する化学強化処理を行った。

強化後洗浄工程 26において、化学強化されたガラス基板 11 を水中に浸漬し、溶融塩を除去した。

次に、テクスチャー加工工程 27 にて、テクスチャーマシーンを使用し、ガラス基板 11 を回転させながらダイヤモンドスラリーを滴下し、次のような条件でガラス基板 11 の主表面 15 にテクスチャー加工を行った。

ダイヤモンド砥粒の粒子径：0.2 (μm)、ガラス基板 11 の回転速度：300 (r.p.m)、ローラ 16 の押圧力：30 (N)、テープ部材 17 の材質：織布、ローラ 16 の硬度 50 (duro)。

テクスチャー加工後の洗浄工程 28においては、水酸化カリウム水溶液 (pH 11) を用い、ポリウレタン製のスクラップ部材で $1 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ の圧力にてアルカリ水溶液洗浄を行った。その後、最終洗浄・乾燥工程 29において、純水洗浄及びイソプロピルアルコール (IPA) による乾燥を行なった。以上の製造条件を表 1 にまとめて示した。

表1

	強化後洗浄工程	テクスチャ一加工工程				洗浄工程	
		ダイヤスラリーの粒径(μm)	回転数(rpm)	押付荷重(N)	研磨テーブの種類	時間(秒)	pH
実施例1	なし	0.1	200	30	織布	10	11
実施例2	なし	0.2	300	40	織布	15	11
実施例3	なし	0.2	300	30	織布	10	11
実施例4	0.1wt%硫酸処理	0.2	300	30	織布	5	11
実施例5	なし	0.3	300	30	織布	10	11
実施例6	なし	0.5	200	30	織布	5	12
比較例1	なし	0.5	200	40	不織布	5	11
比較例2	なし	0.5	300	30	織布	5	11
比較例3	なし	0.1	300	30	織布	10	11
比較例4	なし	0.1	300	30	不織布	10	11
比較例5	なし	0.1	300	40	不織布	5	11
比較例6	なし	0.5	200	30	織布	なし	11
実施例7	なし	0.1	200	30	織布	10	11
実施例8	なし	0.3	300	30	不織布	10	11
実施例9	2ppmHF処理	0.5	200	30	織布	5	12
実施例10	0.1wt%硫酸処理	0.5	200	30	織布	5	12
実施例11	なし	0.1	200	30	織布	10	10
実施例12	なし	0.2	300	40	織布	15	9.5
実施例13	なし	0.3	300	30	不織布	10	9.5
実施例14	なし	0.3	300	30	不織布	10	10.5
実施例15	なし	0.5	200	30	織布	5	10
実施例16	なし	0.5	200	30	織布	5	11.5
実施例17	0.5wt%硫酸処理	0.2	300	40	織布	15	9.5
実施例18	0.05wt%硫酸処理	0.1	200	30	織布	10	10
実施例19	0.1wt%硫酸処理	0.5	200	30	織布	5	10
実施例20	なし	0.3	300	30	不織布	10	11
実施例21	なし	0.3	300	50	不織布	10	11
実施例22	なし	0.5	200	30	織布	5	11
実施例23	なし	0.5	200	50	織布	5	11

得られたガラス基板11について、ビーコ社製のAFMを使用し、10 μm四方の範囲を測定したところ、テクスチャ一13の幅Wが10 nm、高さHが2 nm及びテクスチャ一13の最大山高さR_pと自乗平均粗さRMSとの比(R_p/RMS)は1.5であった。このガラス基板11について、ドライブテストとして、

連続シークテスト及び定点浮上テストを次のようにして行った。それらの結果を表2に示した。

連続シークテスト：2000時間のドライブテストにおける磁気ヘッドのクラッシャーの有無を測定した。

定点浮上テスト：減圧下（26.7 kPa）で、磁気ヘッド上方の定点にて磁気ヘッドの浮上テスト（24時間、48時間、72時間、96時間）におけるヘッドクラッシャーの有無を測定した。

（比較例1～6）

表1に示すようにガラス基板11の製造条件を変更し、表2に示すようなテクスチャー13の幅W、高さH及びテクスチャー13の最大山高さRpと自乗平均粗さRMSとの比（Rp/RMS）を有するガラス基板を、実施例1と同様にして得た。そのガラス基板について実施例1と同様に連続シークテスト及び定点浮上テストを行った。その結果を表2に示した。

（実施例2～6）

表1に示すようにガラス基板11の製造条件を変更し、表2に示すようなテクスチャー13の幅W、高さH及びテクスチャー13の最大山高さRpと自乗平均粗さRMSとの比（Rp/RMS）を有するガラス基板11を、実施例1と同様にして得た。そのガラス基板11について実施例1と同様に連続シークテスト及び定点浮上テストを行った。その結果を表2に示した。

表2

	W (nm)	H (nm)	Rp/RMS	ドライブテスト				
				連続シーク		定点浮上		
				2000hr	24hr	48hr	72hr	96hr
実施例1	10	2	1.5	無し	無し	無し	無し	無し
実施例2	16	3	2	無し	無し	無し	無し	無し
実施例3	20	5	3	無し	無し	無し	無し	無し
実施例4	20	6	4	無し	無し	無し	無し	有り
実施例5	50	5	8	無し	無し	無し	有り	
実施例6	200	10	15	無し	無し	無し	有り	
比較例1	250	8	9	有り	有り			
比較例2	300	8	8	有り	有り			
比較例3	7	3	3	有り	有り			
比較例4	6	1.5	2	有り	有り			
比較例5	160	1.5	11	有り	有り			
比較例6	200	10	18	有り	有り			

表2に示したように、実施例1～3については、テクスチャー13の幅Wが10～20 nmの範囲内、テクスチャー13の高さHが2～5 nmの範囲内及び比(Rp/RMS)が3以下であり、連続シークテスト及び96時間に及ぶ定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。また、実施例4については、テクスチャー13の幅Wが10～20 nmの範囲内、テクスチャー13の高さHが2～10 nmの範囲内及び比(Rp/RMS)が5以下であり、連続シークテスト及び72時間に及ぶ定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。さらに、実施例5及び6については、テクスチャー13の幅Wが20 nmを越えており、定点浮上テストにおいて実施例1～3には劣るもの、48時間までは磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。

これに対し、比較例1及び2ではテクスチャーの幅Wが200 nmを越えており、連続シークテスト及び24時間の定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュが発生した。比較例3ではテクスチャーの幅Wが10 nmを下回っており、

連続シークテスト及び24時間の定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起きた。比較例4及び5ではテクスチャーの高さHが2nm未満又は10nmを越えており、連続シークテスト及び24時間の定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起きた。比較例6においては、比(R_p/RMS)が15を越えており、連続シークテスト及び24時間の定点浮上テストで磁気ヘッドのクラッシュが起きた。

(実施例7～10)

表1に示すようにガラス基板11の製造条件を変更し、表3に示すテクスチャー13の凹部14の平均深さD及びその平均深さDに対する高さHの比H/Dを有するガラス基板11を、実施例1と同様にして得た。得られたガラス基板11について実施例1と同様に連続シークテスト及び定点浮上テストを行った。その結果を表3に示した。

表3

	D (nm)	H/D	ドライブテスト				
			連続シーク		定点浮上		
			2000hr	24hr	48hr	72hr	
実施例7	0.1	15	無し	無し	無し	無し	
実施例8	2	20	無し	無し	無し	無し	
実施例9	2.5	16	無し	無し	有り		
実施例10	1.5	9	無し	無し	有り		

表3に示したように、実施例7及び8では凹部14の平均深さDが2nm以下で、比H/Dが10以上であり、連続シークテスト及び72時間に及ぶ定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは発生しなかった。実施例9では平均深さDが2nmを越え、実施例10では比H/Dが10未満であり、実施例7及び8に比べて定点浮上テストで劣るものの24時間までは磁気ヘッドのクラッシュ

は起らなかった。

(実施例 11～19)

表 1 に示すようにガラス基板 11 の製造条件を変更し、表 4 に示す高周波成分のテクスチャーの幅 W' 及び高さ H' を有するガラス基板 11 を、実施例 1 と同様にして得た。そのガラス基板 11 について磁気異方性値を測定した。その結果を表 4 に示した。

表 4

	W' (nm)	H' (nm)	OR	ドライブテスト	
				連続シーク	定点浮上
				2000hr	24hr
実施例11	0.1	0.1	1.19	無し	無し
実施例12	1	0.3	1.28	無し	無し
実施例13	5	0.8	1.25	無し	無し
実施例14	14	1	1.18	無し	無し
実施例15	20	1	1.15	無し	無し
実施例16	23	0.9	1.09	無し	無し
実施例17	0.05	0.1	1.07	無し	無し
実施例18	0.1	0.05	1.03	無し	無し
実施例19	18	1.2	1.05	無し	無し

表 4 に示したように、実施例 11～15においては、高周波成分のテクスチャーの幅 W' が 0.1～20 nm の範囲内にあり、高周波成分のテクスチャーの高さ H' が 0.1～1 nm の範囲内であり、磁気異方性は 1.15 以上で充分な磁気異方性を有している。実施例 16 及び 17 では高周波成分のテクスチャーの幅 W' が 20 nm を越えるか又は 0.1 nm 未満であり、磁気異方性値が 1.07～1.09 であり、磁気異方性が低下した。実施例 18 及び 19 では高周波成分のテクスチャーの高さ H' が 0.1 未満又は 1 nm を越え、磁気異方性値が 1.03～1.

0.5であり、磁気異方性が低下した。

(実施例20～23)

表1に示すようにガラス基板11の製造条件を変更し、表5に示すような、テクスチャーの最大谷深さR_vを有するガラス基板11を、実施例1と同様にして得た。得られたガラス基板11について磁気異方性値を測定した。その結果を表4に示した。

表5

	R _v (nm)	OR'	ドライブテスト	
			連続シーク	定点浮上
			2000hr	24hr
実施例20	2	1.23	無し	無し
実施例21	5	1.21	無し	無し
実施例22	10	1.08	無し	無し
実施例23	15	1.05	無し	無し

表5に示したように、実施例20及び21においては、最大谷深さR_vが5nm以下であり、磁気異方性値が1.21～1.23を示し、磁気異方性が高かつた。それに比べ、実施例22及び23では最大谷深さR_vが10～15nmであり、磁気異方性値が1.05～1.08まで下がり、磁気異方性が低下した。

(応用例1～4)

前記比較例1、比較例5、実施例2及び比較例4のサンプルを用い、雰囲気圧力を表6に示す常圧及び減圧に設定し、その条件下で、磁気ヘッドが受けるガラス基板の接線方向の力を測定した。その測定方法について説明すると、図6に示すように、3000rpmで回転するガラス基板11の定点上方位置には、支持装置本体31から延びる支持金具32に支持された磁気ヘッド33が配置されて

いる。支持金具 3 2 の基端部には歪ゲージセンサ 3 4 が設けられ、その歪ゲージセンサ 3 4 により、磁気ヘッド 3 3 が受ける接線方向の力を測定し、その力を電圧値 (mV) で表した。その結果を表 6 及び図 7 に示した。

表 6

	サンプル	雰囲気圧力 (kPa)						W (nm)	H (nm)
		101.5	80.1	66.8	53.4	40.1	26.7		
応用例1	比較例1	-33.0	-32.0	-33.4	-40.1	-72.0	-19.7	250	8
応用例2	比較例5	-28.0	-29.7	-64.6	-109.2	-16.8	-14.1	160	1.5
応用例3	実施例2	-35.5	-34.0	-37.2	-36.5	-34.8	-31.4	16	3
応用例4	比較例4	-32.1	-33.0	-39.9	-62.6	-99.8	-22.5	6	1.5

表 6 及び図 7 に示したように、応用例 3において、実施例 2 のサンプルを用いた場合には、雰囲気圧力が下がっても磁気ヘッド 3 3 が受ける接線方向の力はほとんど変化しなかった。それに対し、比較例 1、比較例 5 及び比較例 4 のサンプルを用いた場合には、雰囲気圧力が 40.1 ~ 80.1 (kPa) に低下すると、磁気ヘッド 3 3 が受ける接線方向の力は増大し、磁気ヘッド 3 3 がガラス基板 1 1 表面のテクスチャー 1 3 と接触することが明らかになった。

(実施例 2 4 ~ 3 4)

化学強化工程、テクスチャー加工工程及び洗浄工程の条件を表 7 に示すように変更し、その表 7 に示すようなテクスチャーの特性を有するガラス基板 1 1 を、実施例 1 と同様にして得た。得られたガラス基板 1 1 について実施例 1 と同様に連続シークテスト及び定点浮上テストを行った。その結果を表 8 に示した。

表 7

化学 強化 工程	テクス チャー加工 前のガラス 基板の表面 粗さRa (nm)	テクスチャー加工工程				洗浄工程		
		ダイヤ スラリ ーの粒 径 (μm)	回転数 (rpm)	押付 荷重 (N)	研磨テ ープの 種類	PUスク ラブの 時間 (秒)	pH	
実施例24	あり	0.20	0.2	300	30	織布	3	12
実施例25	あり	0.36	0.2	300	30	織布	3	11.5
実施例26	あり	0.50	0.2	300	30	織布	3	11
実施例27	あり	0.59	0.2	300	30	織布	3	10
実施例28	なし	0.72	0.2	300	30	織布	3	11
実施例29	あり	0.98	0.2	300	30	織布	3	11
実施例30	あり	1.12	0.2	300	30	織布	2	11
実施例31	あり	0.59	0.2	300	30	織布	0.5	9
実施例32	あり	0.80	0.1	300	40	織布	1	9.5
実施例33	あり	0.63	0.1	300	40	織布	1	9
実施例34	あり	0.15	0.5	300	30	織布	3	11

表 8

	円周テクスチャー形状			ドライブテスト				
	BH(0.01)– BH(0.4) (nm)	BH(0.4)– BH(1.0) (nm)	[BH(0.4)–BH(1.0)] –[BH(1.0)– BH(15)] (nm)	連続シーク	定点浮上			
				2000hr	24hr	48hr	72hr	96hr
実施例24	0.18	0.15	負	無し	無し	無し	有り	有り
実施例25	0.39	0.17	負	無し	無し	無し	無し	有り
実施例26	0.45	0.18	負	無し	無し	無し	無し	無し
実施例27	0.38	0.17	負	無し	無し	無し	無し	無し
実施例28	0.41	0.18	負	無し	無し	無し	無し	無し
実施例29	0.42	0.16	負	無し	無し	無し	無し	有り
実施例30	0.44	0.16	負	無し	無し	無し	有り	有り
実施例31	0.68	0.19	負	無し	無し	無し	有り	有り
実施例32	0.72	0.19	負	無し	無し	有り	有り	有り
実施例33	0.93	0.2	負	無し	無し	有り	有り	有り
実施例34	0.63	0.62	正	無し	有り	有り	有り	有り

表8に示したように、実施例24～34の全てについて、連続シークテストでは磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。また、実施例26～28については、96時間に及ぶ定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。実施例25及び29については、72時間に及ぶ定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。実施例24、30及び31については、48時間の定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。実施例32及び33については、24時間の定点浮上テストにおいて磁気ヘッドのクラッシュは起らなかった。

なお、前記実施形態又は実施例を次のように変更して構成してもよい。

高周波成分のテクスチャー13の幅W'が0.1～20nm及び高周波成分のテクスチャー13aの高さH'が0.1～1nmのいずれか一方の条件が満たされる

テクスチャーであってもよい。また、高周波成分のテクスチャー 13a は認められなくてもよい。

テクスチャー 13 の凹部 14 の平均深さ D が 2 nm を越えたり、テクスチャー 13 の凹部 14 の平均深さ D に対する高さ H の比 H/D が 1.0 未満であってもよい。

前記実施形態において、化学強化工程 25 を省略してテクスチャー加工工程 27 を実施してもよく、化学強化工程 25 の後に酸化セリウムなどによる研磨工程を施した後にテクスチャー加工工程 27 を実施してもよい。

請求の範囲

1. 円盤状に形成され、かつ、主表面に同心円を描いて延びる尾根状のテクスチャーが形成された磁気記録媒体用ガラス基板であって、
原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの基準面における幅 W が $10 \sim 200 \text{ nm}$ 、テクスチャーの高さ H が $2 \sim 10 \text{ nm}$ であり、テクスチャーの自乗平均粗さ RMS に対する最大山高さ R_p の比 (R_p / RMS) が 1.5 以下であることを特徴とする磁気記録媒体用ガラス基板。
2. 前記テクスチャーの基準面における幅 W が $10 \sim 20 \text{ nm}$ である請求項 1 に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
3. 前記テクスチャーの基準面における幅 W が $10 \sim 20 \text{ nm}$ 、テクスチャーの高さ H が $2 \sim 5 \text{ nm}$ 及びテクスチャーの自乗平均粗さ RMS に対する最大山高さ R_p の比 (R_p / RMS) が 3 以下である請求項 1 又は請求項 2 に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
4. 原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の測定範囲において主表面と平行な面に沿ってテクスチャーを切断したとき、その切断面の面積の測定範囲の全面積に対する割合をペアリングレシオ (BR) と定義し、そのペアリングレシオ (BR) が 50% のときのテクスチャーの高さを基準高さと定義し、複数のペアリングレシオ (BR) における基準高さからのテクスチャーの高さをペアリングハイト (BH) と定義した場合、ペアリングレシオ (BR) が 0.01% のときのペアリングハイト (BH) と、ペアリングレシオ (BR) が 0.4% のときのペアリングハイト (BH) との差が $0.01 \sim 1.0 \text{ nm}$ で表されるテクスチャーを有する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

5. 原子間力顕微鏡で $10\text{ }\mu\text{m}$ 四方の測定範囲において主表面と平行な面に沿ってテクスチャーを切断したとき、その切断面の面積の測定範囲の全面積に対する割合をペアリングレシオ (BR) と定義し、そのペアリングレシオ (BR) が 50% のときのテクスチャーの高さを基準高さと定義し、複数のペアリングレシオ (BR) における基準高さからのテクスチャーの高さをペアリングハイト (BH) と定義した場合、ペアリングレシオ (BR) が 0.4% のときのペアリングハイト (BH) と、ペアリングレシオ (BR) が 1.0% のときのペアリングハイト (BH) との差が $0.15 \sim 0.20\text{ nm}$ で表されるテクスチャーを有する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

6. 原子間力顕微鏡で $10\text{ }\mu\text{m}$ 四方の測定範囲において主表面と平行な面に沿ってテクスチャーを切断したとき、その切断面の面積の測定範囲の全面積に対する割合をペアリングレシオ (BR) と定義し、そのペアリングレシオ (BR) が 50% のときのテクスチャーの高さを基準高さと定義し、複数のペアリングレシオ (BR) における基準高さからのテクスチャーの高さをペアリングハイト (BH) と定義した場合、ペアリングレシオ (BR) が 0.01% のときのペアリングハイト (BH) と、ペアリングレシオ (BR) が 0.4% のときのペアリングハイト (BH) との差が $0.2 \sim 0.7\text{ nm}$ で、かつペアリングレシオ (BR) が 0.4% のときのペアリングハイト (BH) と、ペアリングレシオ (BR) が 1.0% のときのペアリングハイト (BH) との差が $0.17 \sim 0.20\text{ nm}$ で表されるテクスチャーを有する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

7. 原子間力顕微鏡で $10\text{ }\mu\text{m}$ 四方の測定範囲において主表面と平行な面に沿ってテクスチャーを切断したとき、その切断面の面積の測定範囲の全面積に対する割合をペアリングレシオ (BR) と定義し、そのペアリングレシオ (BR) が 50% のときのテクスチャーの高さを基準高さと定義し、複数のペアリングレシオ

(BR) における基準高さからのテクスチャーの高さをペアリングハイト (BH) と定義した場合、ペアリングレシオ (BR) が 0.4 % のときのペアリングハイト (BH) と、ペアリングレシオ (BR) が 1.0 % のときのペアリングハイト (BH) との差は、ペアリングレシオ (BR) が 1.0 % のときのペアリングハイト (BH) とペアリングレシオ (BR) が 1.5 % のときのペアリングハイト (BH) との差よりも小さくなるように形成されたテクスチャーを有する請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

8. 原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの凹部の平均深さ D が 2 nm 以下で、テクスチャーの凹部の平均深さ D に対する高さ H の比 H/D が 1.0 以上である請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

9. 前記テクスチャーは、原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られる低周波成分と、その上に重疊的に形成され、かつ、原子間力顕微鏡で $1 \mu\text{m}$ 四方又は $0.1 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られ、前記低周波成分より細かな高周波成分とから構成され、高周波成分のテクスチャーの幅 W' が $0.1 \sim 20 \text{ nm}$ で、高周波成分のテクスチャーの高さ H' が $0.1 \sim 1 \text{ nm}$ である請求項 1 から請求項 8 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

10. 前記高周波成分のテクスチャーの幅 W' が $1 \sim 5 \text{ nm}$ で、高周波成分のテクスチャーの高さ H' が $0.3 \sim 0.8 \text{ nm}$ である請求項 9 に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

11. 原子間力顕微鏡で $10 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定して得られるテクスチャーの最大谷深さ R_v が 10 nm 以下である請求項 1 から請求項 10 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

12. 半径方向の保磁力 H_{c2} に対する円周方向の保磁力 H_{c1} の比 (H_{c1}/H_{c2}) が 1.1 を越え 1.3 以下である請求項 1 から請求項 7 のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

13. 前記テクスチャーの自乗平均粗さ RMS に対する最大山高さ Rp の比 (R_p/RMS) は、5 以下である請求項 1 又は請求項 2 に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

14. 磁気記録媒体用ガラス基板の製造方法であって、シート状のガラス材料を円盤状に加工する円盤加工工程と、円盤状のガラス基板の主表面を研磨材にて研磨する研磨工程と、ガラス基板の主表面に残る研磨材を洗浄する洗浄工程と、洗浄されたガラス基板の主表面にテクスチャーを形成するテクスチャー加工工程とを備え、洗浄されたガラス基板の主表面の算術平均粗さ Ra は、原子間力顕微鏡で $1.0 \mu\text{m}$ 四方の範囲を測定したとき、 $0.35 \sim 1.0 \text{ nm}$ の値を示すことを特徴とする磁気記録媒体用ガラス基板の製造方法。

15. 前記テクスチャー加工工程の前にガラス基板を化学的に強化する化学強化工程を備えた請求項 13 に記載の磁気記録媒体用ガラス基板の製造方法。

図1

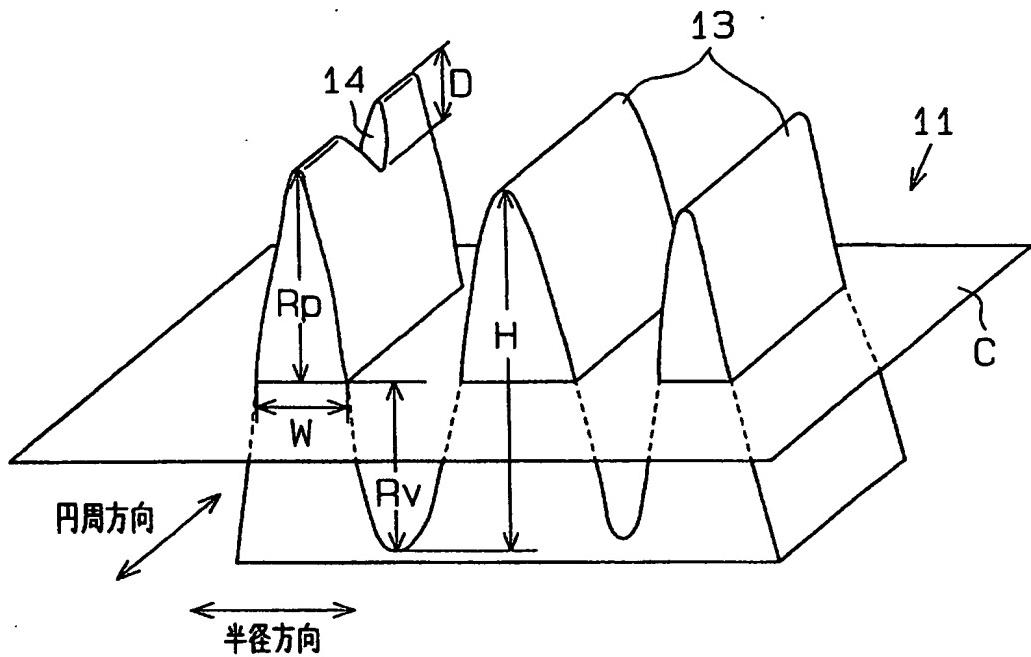


図2

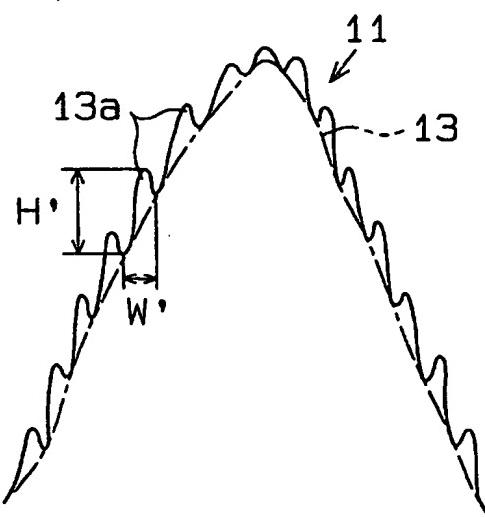


図3

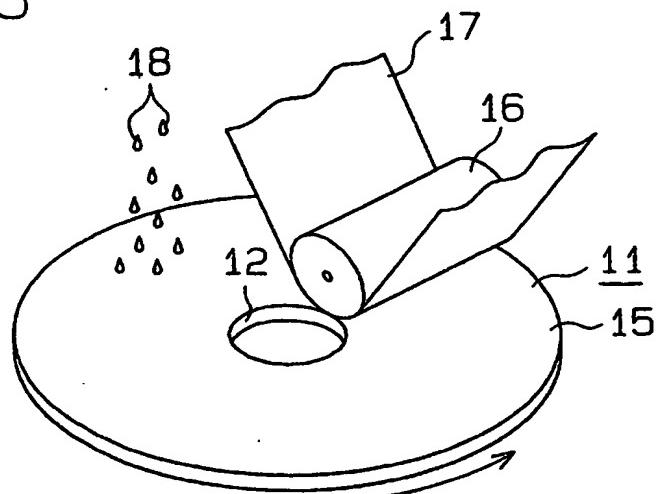
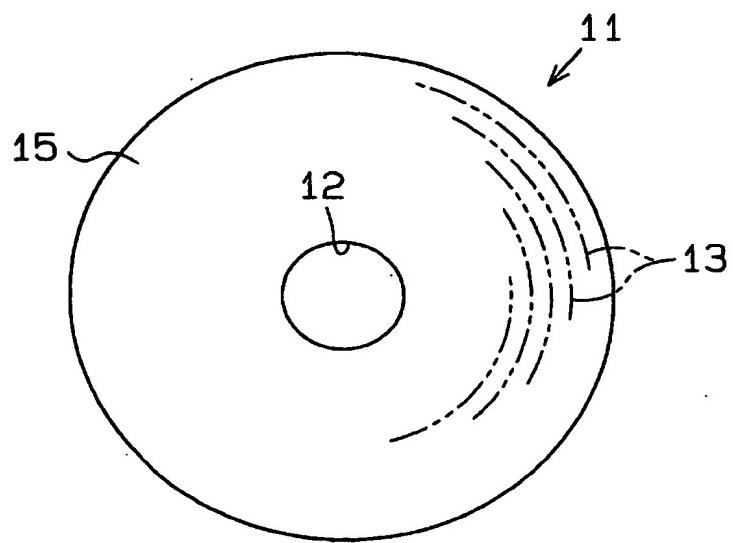


図4



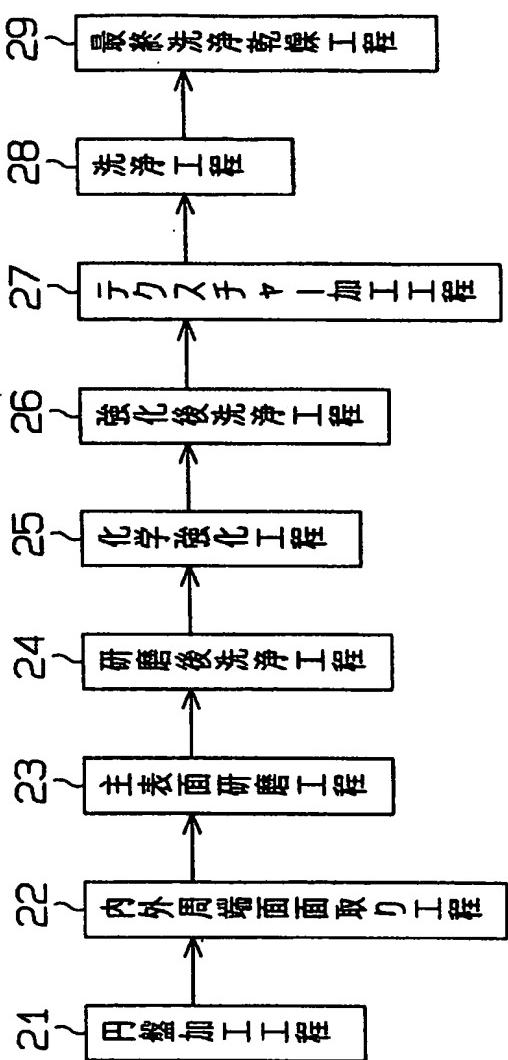


図5

図6

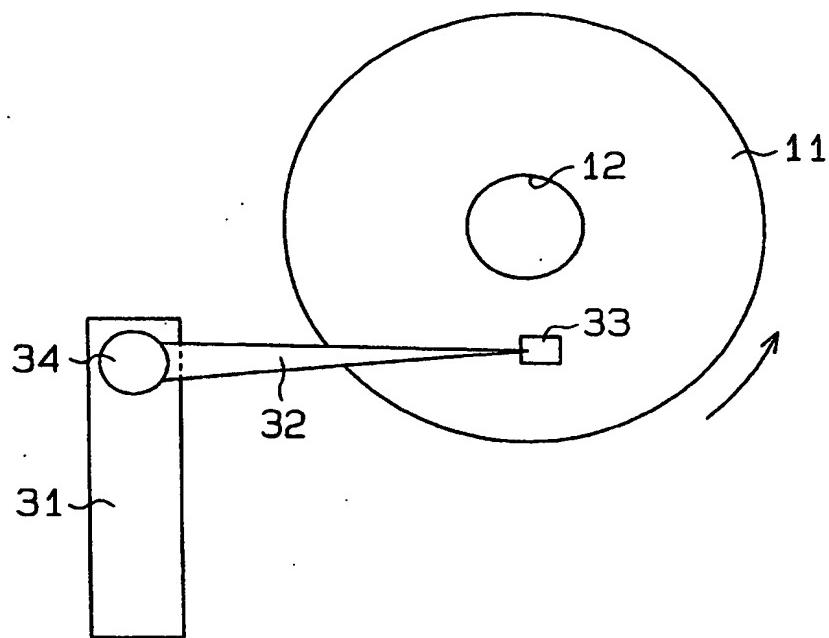


図7

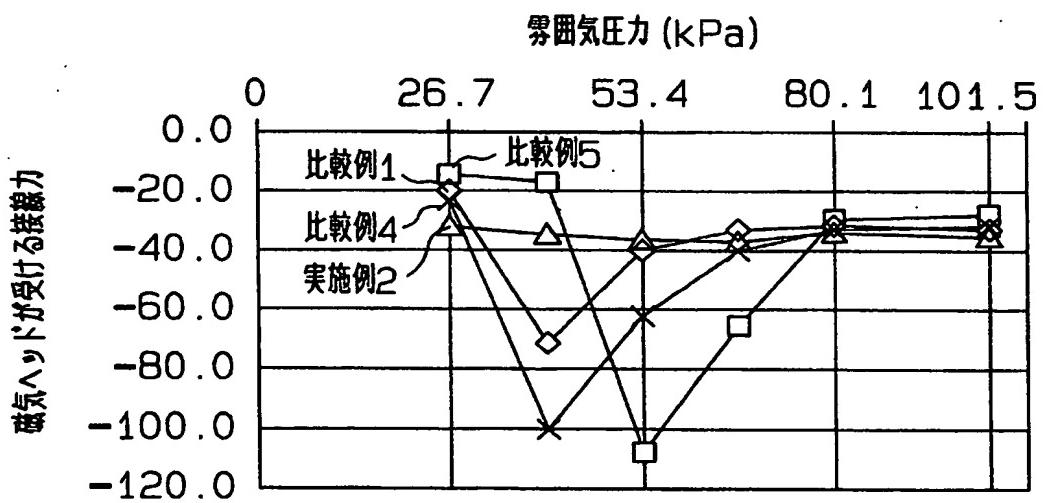


図8

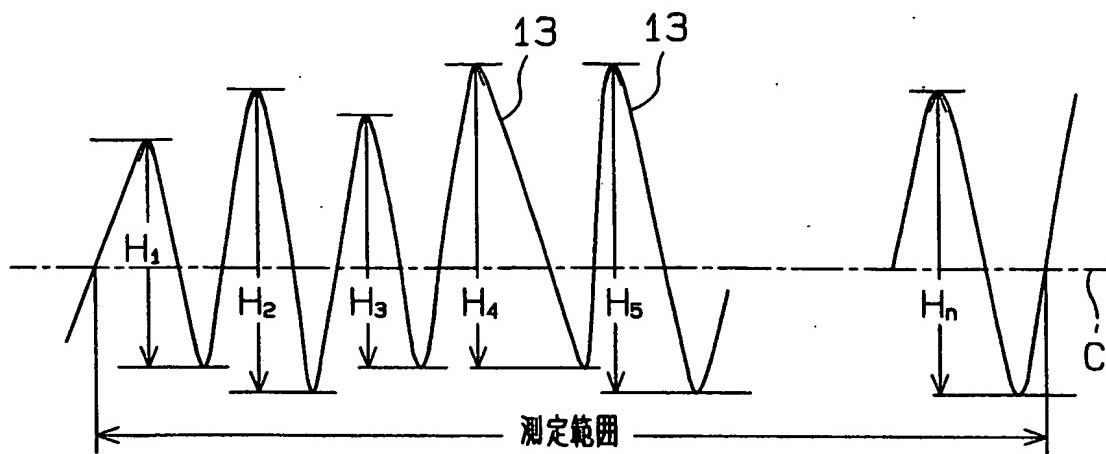


図9

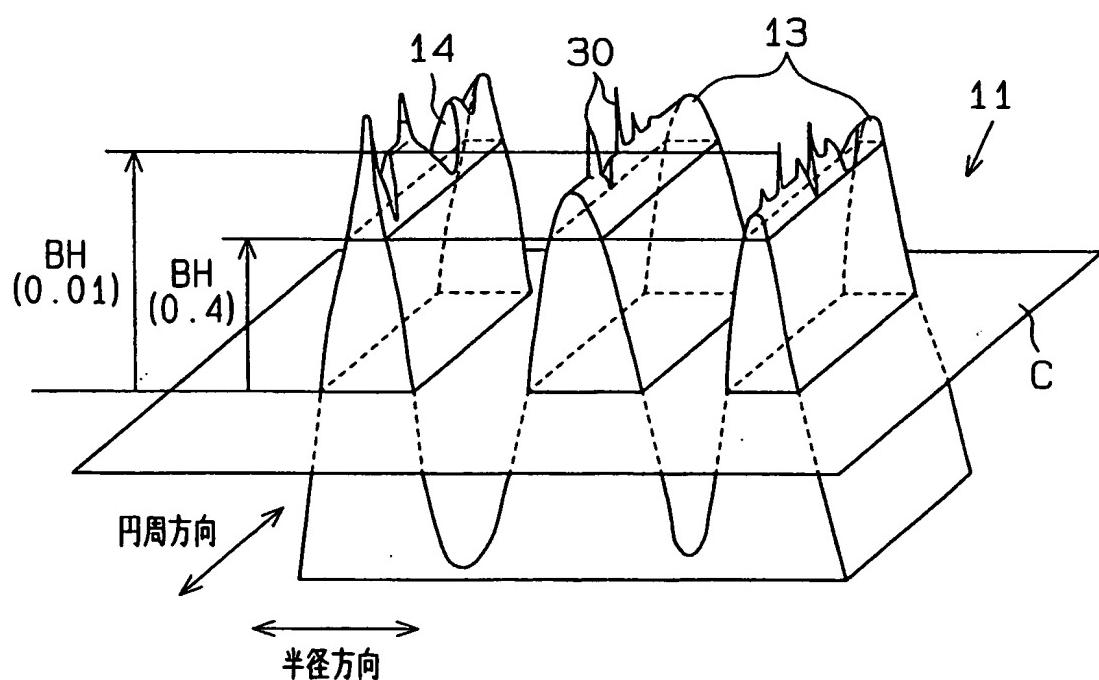
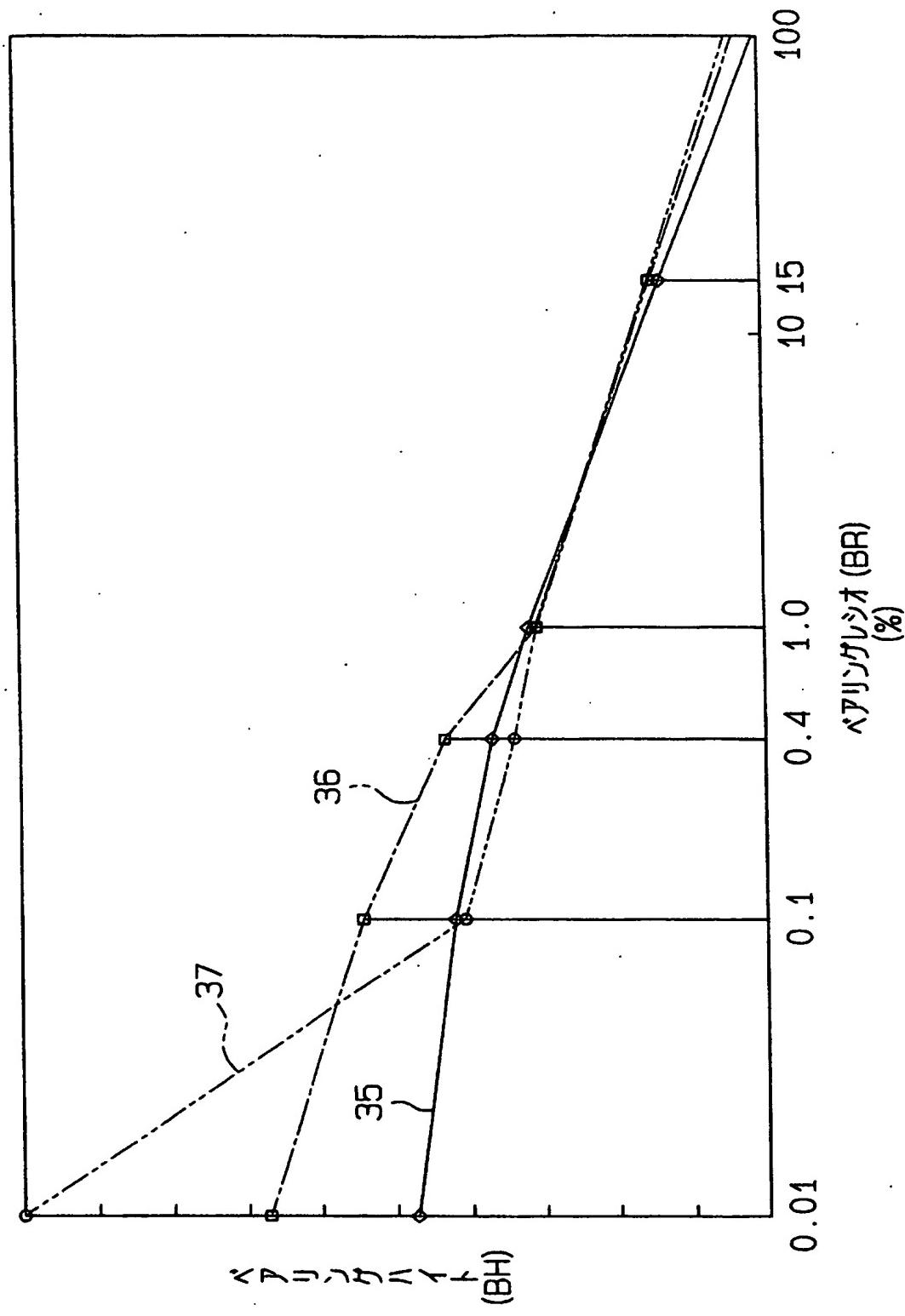


図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13462

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B5/73, G11B5/84, C03C15/00, C03C19/00, C03C23/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B5/62-5/858, C03C15/00-23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-251716 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 06 September, 2002 (06.09.02), Par. Nos. [0032] to [0045]; Figs. 1 to 3 & US 2002/0127432 A	1-15
A	JP 2001-341058 A (Nihon Micro Coating Co., Ltd.), 11 December, 2001 (11.12.01), Par. Nos. [0024] to [0025], [0035] to [0037] & US 6491572 B	1-13
A	JP 5-342532 A (Hitachi, Ltd.), 24 December, 1993 (24.12.93), Par. No. [0013]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&"	document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search
04 March, 2004 (04.03.04)

Date of mailing of the international search report
16 March, 2004 (16.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl' G11B 5/73, G11B 5/84, C03C 15/00, C03C 19/00, C03C 23/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl' G11B 5/62 - 5/858, C03C 15/00 - 23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2004

日本国実用新案登録公報 1996-2004

日本国登録実用新案公報 1994-2004

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-251716 A (日本板硝子株式会社) 2002.09.06 【0032】 - 【0045】 , 【図1】 - 【図3】 & US 2002/0127432 A	1-15
A	JP 2001-341058 A (日本ミクロコーティング株式会社) 2001.12.11 【0024】 - 【0025】 , 【0035】 - 【0037】 & US 6491572 B	1-13
A	JP 5-342532 A (株式会社日立製作所) 1993.12.24 【0013】 , 【図1】 - 【図4】 (ファミリなし)	1-15

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.03.2004

国際調査報告の発送日

16.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

吉川 潤

5D 9651

電話番号 03-3581-1101 内線 3550